

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет біотехнології і біотехніки**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету
біотехнології і біотехніки

_____ О.М.Дуган

« » червня 2017 р.

_____ **ГЕНЕТИКА** _____

**ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

підготовки бакалавра

напрямку підготовки (спеціальності) 6.051401 – Біотехнологія (162 – Біотехнології та біоінженерія)

програм професійного спрямування (спеціалізацій) 6.05140101 – Промислова біотехнологія, 6.05140102 – Молекулярна біотехнологія, 6.05140105 – Екологічна біотехнологія та біоенергетика

(шифр за ОПП 3.04)

Ухвалено методичною комісією

Факультету біотехнології і біотехніки
Протокол від 30.06. 2017 р. № 11

Голова методичної комісії
_____ Галкін О.Ю.

« » червня 2017 р.

Київ – 2017

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доцент, доцент, к.т.н. Клечак Інна Рішардівна

Програму затверджено на засіданні кафедри промислової біотехнології

Протокол від «26 » червня 2017 року № 12

Завідувач кафедри

_____ Т.С. Тодосійчук

« 27 » червня 2017 р.

Вступ

Програму навчальної дисципліни ГЕНЕТИКА складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра напряду підготовки (спеціальності) 6.051401 – Біотехнологія (162 – Біотехнології та біоінженерія) програм професійного спрямування (спеціалізацій) Промислова біотехнологія, Молекулярна біотехнологія, Екологічна біотехнологія та біоенергетика.

Навчальна дисципліна належить до циклу загальної підготовки (навчальні дисципліни базової підготовки).

Предмет навчальної дисципліни - фундаментальні закони успадкування, закономірності мінливості та молекулярні механізми фундаментальних біологічних явищ

Міждисциплінарні зв'язки: Навчальна дисципліна «Генетика» за своїм змістом займає визначне місце в підготовці фахівців з біотехнології, базується на знаннях і навичках студентів, здобутих при засвоєнні дисциплін «Біологія клітини», «Біологічна хімія», «Мікробіологія та вірусологія» та є теоретичною базою для засвоєння ряду дисциплін ОКР «бакалавр», «магістр»: «Генетична інженерія в біотехнології», «Основи генетичної та клітинної інженерії», «Загальна біотехнологія», «Біотехнологія антибіотиків», «Технологія біологічно активних речовин», «Екобіотехнологія»

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- застосовувати логіку генетичного аналізу для встановлення спадкової детермінації ознаки та визначення генотипу,
- аналізувати генетичні явища на рівні індивідуального геному з застосуванням класичних та сучасних методів генетики,
- аналізувати генетичні явища на рівні популяцій з застосуванням класичних та сучасних методів генетики,
- реалізовувати спадково детерміновану програму розвитку на рівні окремих генів.
- реалізовувати спадково детерміновану програму на рівні організмів.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- основних закономірностей успадкування
- основних принципів та методів аналізу генотипу окремих особин
- основних принципів та методів аналізу генетичної структури популяцій (штамів, порід, сортів)
- причин виникнення мінливості, методів її вивчення та можливостей застосування в генетиці
- молекулярних механізмів та шляхів реалізації спадково детермінованої програми розвитку організмів

уміння:

- проведення генетичного аналізу
- планувати генетичний експеримент та формувати робочу гіпотезу для пояснення отриманих результатів
- встановлювати характер успадкування ознаки та, кількість генів, що її детермінують
- встановлювати наявність взаємодії генів
- встановлювати кількість груп зчеплення та локалізацію гена на хромосомі
- будувати генетичні карти

- встановлювати причинно-наслідкові зв'язки в будові і функціонуванні генів і геномів
- встановлювати причинно-наслідкові зв'язки у взаємовідносинах геномів з умовами зовнішнього середовища
- роботи з науковою та методичною літературою
- аналізувати експериментальні результати, отримані при дослідженні закономірностей спадковості та мінливості

досвід:

застосування фундаментальних законів генетики в практичній діяльності при розробці та забезпеченні технологічних процесів у традиційних та сучасних біотехнологічних виробництвах (генна та клітинна інженерія) та в практичній медицині.

2. Структура навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 300 годин/ 10 кредитів ECTS.

Навчальна дисципліна містить кредитні модулі:

- 1) Загальна генетика
- 2) Молекулярна генетика

Рекомендований розподіл навчального часу

Форма навчання	Кредитні модулі	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять			Семестрова атестація
		кредитів	годин	Лекції	Практичні заняття	СРС	
Денна	<i>Всього</i>	<i>10,0</i>	<i>300</i>	<i>72</i>	<i>62</i>	<i>166</i>	
	<i>1</i>	<i>5,0</i>	<i>150</i>	<i>36</i>	<i>36</i>	<i>78</i>	<i>диф.залік</i>
	<i>2</i>	<i>5,0</i>	<i>150</i>	<i>36</i>	<i>26</i>	<i>88</i>	<i>екзамен</i>
Заочна	<i>Всього</i>	<i>10,0</i>	<i>300</i>	<i>22</i>	<i>16</i>	<i>262</i>	
	<i>1</i>	<i>5,0</i>	<i>150</i>	<i>12</i>	<i>10</i>	<i>128</i>	<i>диф.залік</i>
	<i>2</i>	<i>5,0</i>	<i>150</i>	<i>10</i>	<i>6</i>	<i>134</i>	<i>екзамен</i>

3. Зміст навчальної дисципліни

Кредитний модуль 1 – Загальна генетика

РОЗДІЛ 1. Закономірності успадкування ознак та принципи спадковості

Тема 1.1. Закономірності успадкування в моногібридних та полігібридних схрещуваннях

Предмет генетики. Місце генетики серед природничих наук. Зв'язок генетики з іншими науками. Уявлення про спадковість та мінливість у доменделівський період. Основні етапи розвитку генетики. Значення робіт Г.Менделя у формуванні методології генетики. Поняття про спадковість та мінливість. Значення робіт А.Вейсмана, Ч.Дарвіна, Г.де Фріза, К.Корренса, Е.Чермака, В.Бетсона, В.Йогансена. Роль вітчизняних вчених у розвитку генетики та селекції. Завдання та перспективи генетики. Методи генетики. Значення генетики для вирішення завдань сільського господарства, медицини, біотехнології та охорони природи.

Розвиток гібридологічних досліджень. Попередники Г.Менделя (Й.-Г.Кельрейтер, О.Сажре, Е.Найт, Ш.Ноден). Особливості гібридологічного методу Г.Менделя. Закономірності успадкування у разі моногібридного схрещування. Поняття про фенотип та генотип, домінантність, рецесивність, гомозиготність та гетерозиготність, алелі. Закон розщеплення. Зворотне та аналізуюче схрещування. Закономірності успадкування при ди- та полігібридному схрещуванні. Закон незалежного успадкування генів. Загальна формула розщеплень у процесі незалежного успадкування.

Тема 1.2. Відхилення від типових чисельних співвідношень при розщепленні та їх причини.

Умови, які забезпечують та лімітують виконання законів Г.Менделя. Відхилення, що пов'язані з диференційною смертністю. Взаємодія алельних генів: неповне домінування, кодомінування, множинний алелізм, над домінування. Вплив зовнішніх та внутрішніх умов на домінування. Пенетрантність та експресивність гена. Взаємодія неалельних генів. Комплементарна взаємодія генів (кооперація, комплементарні та доповняльні гени). Епістатична взаємодія генів (поняття епістатичного та гіпостатичного генів, типи епістазу). Біохімічні механізми взаємодії генів. Кількісні ознаки. Особливості успадкування кількісних ознак. Кумулятивна та некумулятивна полімерія. Плейотропна дія генів. Гени-модифікатори. Генний баланс. Статистичні причини відхилень від встановлених Г. Менделем закономірностей розщеплення.

Тема 1.3. Матеріальні основи спадковості

Роль ядра і цитоплазми в спадковості. Каріотип. Будова хромосом еукаріотів: хроматида, хромонема, гетерохроматинові та еухроматинові ділянки хромосом та їх генетичне значення. Гігантські хромосоми, штучні хромосоми еукаріотів. Хімічний склад хромосом. Генетична роль мітозу і мейозу. Типи мітозу.

Поняття про життєвий цикл еукаріотів. Порівняльна характеристика життєвих циклів різних таксономічних груп еукаріотів. Чергування гаплоїдної та диплоїдної фаз та їх значення в життєвому циклі еукаріот. Значення статевого процесу у еукаріот. Гаметогенез та запліднення у тварин. Генетичне значення статевого процесу у рослин. Мікроспорогенез, макроспорогенез і гаметогенез у рослин. Подвійне запліднення у квіткових рослин. Нерегулярні типи статевого розмноження: партеногенез, гіногенез і андрогенез. Особливості спадкування при нерегулярних типах статевого розмноження.

Тема 1.4. Генетика статі. Успадкування ознак зчеплених зі статтю.

Стать та статеві ознаки. Ознаки, залежні від статі. Ознаки, обмежені статтю. Типи хромосомного визначення статі. Гомогаметна та гетерогаметна стать. Генетичні та цитологічні особливості статевих хромосом. Теорії визначення статі. Балансова та фізіологічна теорії визначення статі. Диференціація та визначення статі в онтогенезі. Співвідношення статей у природі та проблеми його штучного регулювання.

Успадкування ознак, зчеплених із статтю в разі гетерогаметності чоловічої статі. Успадкування ознак, зчеплених із статтю в разі гетерогаметності жіночої статі. Гемізіготний стан гена. Голандричне та гологенічне успадкування. Неповне зчеплення зі статтю. Особливості успадкування за первинного та вторинного нерозходження статевих хромосом у дрозофіли. Успадкування у людини під час нерозходження статевих хромосом. Синдроми Шерешевського-Тернера, Кляйнфельтера, трисомія за Х-хромосомою, полісомія за Y-хромосомою. Статевий хроматин. Дозова компенсація генів Х - хромосоми.

Тема 1.5. Зчеплене успадкування генів та кросинговер

Порушення менделівської формули розщеплення в дигібридному схрещуванні внаслідок зчепленого успадкування генів. Групи зчеплення генів. Повне і неповне зчеплення. Вивчення зчепленого успадкування у дрізофілі в експериментах Т.Моргана та його послідовників. Хромосомна теорія спадковості Т.Моргана. Кросинговер. Тетрадний аналіз. Нерівний кросинговер. Мітотичний кросинговер. Фактори, що впливають на частоту кросинговеру.

Принципи побудови генетичних карт еукаріотів. Локалізація гена. Лінійне розташування генів у групі зчеплення. Множинні перехрести. Інтерференція. Коефіцієнт коінциденції. Вплив інтерференції на картування генів. Цитологічні карти хромосом. Порівняння генетичних та цитологічних карт. Значення кросинговеру як одного з механізмів виникнення комбінативної мінливості.

Тема 1.6. Закономірності нехромосомного успадкування

Походження генів цитоплазматичних органел. Особливості спадкування при цитоплазматичній спадковості. Справжня цитоплазматична спадковість. Пластидна спадковість. Хламідомонада як модельний об'єкт для вивчення пластидної спадковості. Успадкування строкатолистості у вищих рослин. Геном пластид. Мітохондріальна спадковість. Успадкування дихальної недостатності у грибів. Успадкування цитоплазматичної чоловічої стерильності та практичне використання цього явища. Геном мітохондрій. Успадкування ознак, що контролюються як ядерними, так і цитоплазматичними генами. Несправжня цитоплазматична спадковість. Інфекційні фактори та позахромосомні елементи клітин. Предетермінація цитоплазми. Значення вивчення нехромосомного успадкування.

Розділ 2. Мінливість, її причини та методи вивчення

Тема 2.1. Основні характеристики мутаційної мінливості

Класифікація типів мінливості: неспадкова (модифікаційна) та спадкова (комбінативна та мутаційна). Формування ознак як результат взаємодії генотипу та факторів середовища. Еволюція поглядів на фенотипову мінливість. Вплив генетичного апарату на модифікаційну мінливість. Визначення норми реакції. Приклади модифікаційної мінливості у рослин, тварин, людини. Співвідношення генотипу і умов середовища у формуванні фенотипу. Характерні риси модифікаційної мінливості (однозначність, масовість, ступінь зміни пропорції дії, адаптивне значення, оберненість). Поняття про морфози. Методи вивчення модифікаційної мінливості. Поняття про генеральну сукупність і вибірку. Варіаційні ряди та їх систематизація. Статистичні характеристики варіаційних рядів. Порівняння двох груп (помилка середньої арифметичної). Комбінативна мінливість, її роль у еволюції та селекції.

Мутаційна мінливість. Мутаційна теорія Г. де Фріза. Визначення та класифікації мутацій. Класифікація мутацій за змінами генетичного апарату. Характеристика спонтанного мутаційного процесу. Поняття про темп мутацій та частоту мутантів. Методи вивчення мутацій. Дослідження мутацій у мікроорганізмів і еукаріотів. Мутаційна мінливість як основа еволюційного процесу. Використання мутацій в генетичному аналізі та селекції.

Тема 2.2. Хромосомні аберації

Загальна характеристика та класифікація. Мутації зміни числа наборів хромосом (геномні мутації). Класифікація поліплоїдів. Розповсюдження поліплоїдів у природі. Поліплоїдні ряди. Механізми виникнення поліплоїдів. Штучне отримання поліплоїдів. Використання поліплоїдів у

селекції. Мейоз у автополіплоїдів. Особливості генетичного аналізу у поліплоїдів. Роль поліплоїдів у еволюції. Алоплоїдія як можливий шлях виникнення нових видів рослин. Моноплоїдія. Використання моноплоїдів у генетичному аналізі та селекції.

Анеуплоїдії (нулісомія, моносомії, трисомії, полісомії). Причини виникнення анеуплоїдій. Розповсюдження анеуплоїдів у природі. Анеуплоїдії за статевими хромосомами та аутосомами у людини. Використання анеуплоїдів в генетичному аналізі та селекції.

Хромосомні перебудови. Загальна характеристика, класифікація та механізми їх виникнення. Генетичні ефекти перебудов. Особливості мейозу при різних типах хромосомних перебудов. Вплив перебудов хромосом на функцію генів. Ефект положення гена. Роль перебудов хромосом в еволюції. Використання перебудов хромосом в генетичному аналізі.

Тема 2.3. Генні мутації

Класифікація генних мутацій за молекулярним механізмом. Мутації заміни азотистих основ (транзиції, трансверсії), мовчазні, нейтральні, нонсенс-, міссенс- мутації. Мутації зміни числа нуклеотидів у гені. Мутації, що призводять до зсуву рамки зчитування генетичного коду. Реверсії. Внутрішньогенні та позагенні супресорні мутації. Вплив різних типів генних мутацій на структуру і функції білка. Молекулярні механізми виникнення деяких генних мутацій. Неправильне спарювання азотистих основ, зумовлене утворенням їхніх іміно- та енольних форм, втратами пуринових та піримідинових основ. Дезамінування цитозину, аденіну, гуаніну та 5-метилцитозину.

Тема 2.4. Індукований мутаційний процес

Фізичні і хімічні мутагени та їх класифікація. Відкриття мутагенної дії рентгенівських променів. Прямі та непрямі впливи іонізуючих випромінювань на генетичний апарат. Типи пошкоджень хромосом та ДНК, спричинені іонізуючими випромінюваннями. Залежність між дозою та генетичними ефектами іонізуючих випромінювань. Вплив на ДНК продуктів радіолізу води. Окислювальні пошкодження ДНК. Мутагенна дія ультрафіолетової (УФ) радіації. Типи УФ-пошкоджень ДНК. Умови, що впливають на появу УФ-пошкоджень ДНК. Вплив УФ-пошкоджень на структуру та реплікацію ДНК.

Відкриття хімічних мутагенів. Основні класи алкілюючих мутагенів (іприти, діалкілсульфати, алкілалкансульфати, етиленімін, діазосполуки, нітрозосполуки, епоксиди). Мутагенна дія азотистої кислоти, гідроксиламіну, аналогів азотистих основ. Промутагени. Неправильне спарювання нуклеотидів, спричинене алкілюванням азотистих основ. Міжниткові з'єднання ДНК, спричинені алкілюючими агентами. Біологічні мутагени, особливості їх дії. Мутагени довкілля. Тест-системи для їх виявлення. Генетичні наслідки забруднення довкілля. Мутагенез та канцерогенез. Антимутагени.

Кредитний модуль 2 – Молекулярна генетика

Розділ 3. Популяційна та еволюційна генетика

Тема 3.1. Генетика популяцій

Генетика популяцій і її значення для медичної генетики, селекції, вирішення проблем збереження генофонду і біосфери. Популяція – одиниця еволюційного процесу. Методи вивчення структури популяцій. Генетична гетерогенність природних популяцій, її визначення та оцінка. Частота генів та генотипів у популяції. Закон Харді-Вайнберга. Практичне використання формули Харді-Вайнберга. Застосування закону Харді-Вайнберга у випадку повного домінування, множинного алелізму, успадкування, зчепленого зі статтю. Фактори динаміки генетичної структури популяцій і мікроеволюція (панміксія, дрейф генів, тиск мутацій, вплив добору). Популяція –

елементарна одиниця еволюції. Елементарні еволюційні фактори. Головні результати мікроеволюції. Генетична гетерогенність та генетичний поліморфізм природних популяцій. Особливості дії елементарних факторів еволюції у популяціях людей.

Розділ 4. Молекулярна організація генетичних процесів

Тема 4.1. Нуклеїнові кислоти як носії генетичної інформації

Природа генетичного матеріалу. Докази ролі нуклеїнових кислот у спадковості. Експерименти Ф.Гріфтіса з генетичної трансформації пневмококів. Вивчення О.Евері та його співробітниками природи трансформуючого агента. Експерименти А.Херші та М.Чейза. Досліди Х.Френкель-Конрата з РНК вірусу тютюнової мозаїки. Нуклеотидний склад та структура ДНК та РНК.

Структура нуклеїнових кислот. Первинна структура нуклеїнових кислот. Нуклеотиди та нуклеозиди. Міжнуклеотидний зв'язок. Нуклеази. Макромолекулярна структура ДНК. Подвійна спіраль. Модель Уотсона і Кріка. Конформація нуклеотидних залишків і міжнуклеотидні взаємодії в нуклеїнових кислотах. Поліморфізм подвійної спіралі ДНК. Денатурація і ренатурація ДНК. Метод молекулярної гібридизації та його значення в молекулярній генетиці та генетичній інженерії. Швидкість процесу ренатурації ДНК.

Надспіралізація ДНК, топоізомерази. Макромолекулярна структура РНК. Дволанцюгові РНК. Загальні риси вторинної структури одноланцюгових РНК. Третинна структура одноланцюгових РНК. Функції РНК в клітині.

Тема 4.2. Організація геномів

Загальний принцип організації генетичного матеріалу. Параметри, за якими характеризують організацію геному: розміри геному, молекулярна маса і розміри молекул нуклеїнових кислот - носіїв генетичної інформації, нуклеотидний склад ДНК, частка унікальних нуклеотидних послідовностей та послідовностей, що повторюються, частка нуклеотидних послідовностей, що виконують кодуючі функції, структурні компоненти геному, число та розміри генів. Порівняльна характеристика геномів вірусів, прокаріот та еукаріот. Молекулярно-генетичні підходи до вивчення організації геному: генетичне та фізичне картування, конструювання та аналіз бібліотек та енциклопедій геномів, секвенування геномів.

Геном вірусів. Особливості будови капсидів і упаковка генетичного матеріалу на прикладі бактеріофагів T4 та λ .

Бактеріальний геном. Поняття про нуклеоїд. ДНК-зв'язуючі білки: H; HU; P; HLP1. Просторова організація бактеріального геному. Поняття про домени. Будова домену.

Геном еукаріотів. Нуклеосома та її будова. Фейзинг нуклеосом. Гістони та негістонові білки; їх класифікація та функції у просторовій організації геному. Другий та третій рівні компактизації (нуклеосомна нитка та хроматинова фібрила); доменна будова геному еукаріот. Метафазна хромосома – четвертий рівень просторової організації ДНК. Еу- та гетерохроматин. Хромомери.

Надлишковість геному еукаріот. Інtron-екзонна організація генів еукаріотів. Типи нуклеотидних послідовностей, що трапляються в геномі еукаріот. ТанDEMні повтори послідовностей ДНК. Паліндроми. Теломераза. Сателітна ДНК. Кластери генів, псевдогени. Регуляторні послідовності. Спейсери. Поняття про біоінформатику.

Тема 4.3. Структура і функції гена

Розвиток уявлень про ген як одиницю спадковості. Уявлення Т.Моргана про будову та функції гена. Функціональний та рекомбінаційний критерії алелізму. Множинний алелізм. Роботи школи О.Серебровського з вивчення будови гена. Концепція псевдоалелізму. Залежність уявлень про ген від рівня розвитку генетичного аналізу, молекулярно-генетичні підходи в її дослідженні. Роботи С.Бензера з вивчення тонкої структури гена на прикладі локусу гІІ фага Т4. Генетична комплементация мутантів бактеріофага Т4. Цис-транс тест. Мутаційна та рекомбінаційна подільність гена. Поняття про гомо- та гетероалелі. Делеційне картування.

Ген як одиниця функції. Вивчення біохімічної функції гена. Використання ауксотрофних мутантів мікроорганізмів для вивчення шляхів метаболізму. Роботи Д.Бідла та Е.Татума. Концепція «один ген - один фермент». Концепція «один ген - один поліпептидний ланцюг» та її подальший розвиток. Спадкові хвороби, пов'язані з порушеннями метаболізму.

Поняття кодону. Генетичний аналіз кодону. Докази триплетності генетичного коду. Досліди Ф.Кріка та С.Бреннера. Розшифрування генетичного коду за допомогою біохімічних методів. Колінеарність гена і його білкового продукту. Досліди М.Ніренберга, Г.Матеї, С.Очоа та Х.Корани. Властивості генетичного коду. Виродженість генетичного коду. Правила неоднозначного зчитування генетичного коду Ф.Кріка. Універсальність генетичного коду.

Тема 4.4. Позахромосомні фактори спадковості.

Методи виявлення і вивчення плазмід. Розміри та структура плазмідних ДНК. Ознаки бактерій, які контролюють плазмиди. Реплікація плазмід та її регулювання. Класифікація плазмід. Групи несумісності плазмід. Кон'югативні плазмиди. Плазмід F *Escherichia coli*. Характеристика генів F-плазмиди, що контролюють кон'югацію. Механізм перенесення ДНК під час кон'югації. R-плазмиди бактерій. Плазмідні гени, що контролюють стійкість бактерій до антибактерійних агентів. Col-плазмиди. Плазмиди біодеградації. Гени катаболізму толуолу. Роль плазмід в еволюції бактерій.

Мобільні генетичні елементи (МГЕ) бактерій. Відкриття МГЕ бактерій. Номенклатура МГЕ бактерій. Розповсюдженість МГЕ серед бактерій. Будова МГЕ класу I. IS-елементи. МГЕ класу II. Родина Tn3-подібних транспозонів. Фаги-транспозони. Механізми екцизиї та інтеграції генних касет. Етапи переміщення кон'югативних транспозонів. Мутагенез, зумовлений МГЕ. Вплив МГЕ на експресію генів. Використання МГЕ в генетичному аналізі та конструюванні бактерій. Походження та еволюційне значення МГЕ.

Транспозони еукаріот, їх структурні та функціональні особливості, порівняння з транспозонами прокаріот. Автономні та неавтономні контролюючі елементи кукурудзи (на прикладі Ac та Ds-елементів). Р-елементи дрозофіли. Гібридний дизгенез, зумовлений переміщеннями Р-елементів.

Ретротранспозони еукаріот. Будова ретротранспозонів класу I. Ту-елементи дріжджів та соріа-подібні елементи дрозофіли. Білки, що кодуються ретротранспозонами. Рибонуклеопротейдні частинки, що контролюються ретротранспозонами. Подібність ретротранспозонів та ретровірусів. Механізм транспозиції ретротранспозонів класу I. Роль зворотної транскрипції в цьому процесі. Мутації, які спричиняють переміщення ретротранспозонів.

Ретротранспозони класу II. Будова, функція та механізм їх транспозиції. Ретрогени. Процесовані поліпептидні псевдогени та процесовані РНК-псевдогени.

Використання МГЕ в генетичному аналізі та конструюванні еукаріот. Еволюційне значення МГЕ еукаріот.

Тема 4.5. Механізми репараційних процесів

Роль репараційних систем у забезпеченні генетичних процесів. Системи рестрикції і модифікації у бактерій. Реакції прямої репарації ДНК. Фотореактивація. Будова та механізм дії фотоліаз піримідинових димерів. Деалкілювання алкільованих азотистих основ та алкілтрифосфатів, роль у репарації ДНК-метил-трансфераз. Репарація одониткових розривів за допомогою ДНК-лігаз.

Ексцизійна репарація. Типи ушкоджень, що видаляються таким шляхом. Етапи есцизійної репарації. Будова та властивості ДНК-глікозилаз, AP-ендонуклеази та AP-ліази. Білки, що беруть участь в ексцизійній репарації у еукаріот..

Постреплікативна (рекомбінаційна) репарація. Роль у цьому процесі RecA-білка. Репарація помилково спарених нуклеотидів. Репарація двониткових розривів у ДНК. Репаративні процеси, що індукуються. SOS-репарація, роль RecA, LexA і UmuC- та UmuD-білків. Репарація і мутагенез. Точність репаративних процесів. Захворювання у людини, спричинені пошкодженням систем репарації.

Тема 4.6. Реплікація ДНК як передумова передачі генетичної інформації.

Загальна характеристика процесів реплікації. Молекулярні механізми реплікації ДНК та РНК. Порівняльна характеристика ДНК-полімераз прокаріот та еукаріот. Етапи реплікації ДНК. Поняття про реплікон. Особливості реплікації хромосом еукаріот. Полігенний контроль процесу реплікації.

Тема 4.7. Генетична рекомбінація.

Генетична рекомбінація у прокаріот. Утворення мерозиготи, генетична рекомбінація в мерозиготі та формування геномів гаплоїдних рекомбінантів. Загальні принципи генетичного картування у прокаріот.

Кон'югація у бактерій. Відкриття кон'югації. Дослід Дж.Ледерберга та Е.Татума. Визначення природи статевого фактора *E.coli*. Інтеграція F-фактора в хромосому та його вирізання з хромосоми. Сексдукція. Дослідження динаміки перенесення хромосомних маркерів в процесі кон'югації. Генетичні докази кільцевого характеру генетичної карти *E.coli*. Способи картування генів при кон'югації. Розповсюдженість кон'югації серед бактерій. Роль кон'югації у горизонтальному перенесенні генів. Використання кон'югації в генетичному конструюванні бактерій.

Генетична трансформація бактерій. Відкриття генетичної трансформації у бактерій. Досліди Ф.Гріфітса та О.Евері. Розповсюдженість природної трансформації серед бактерій. Характеристика стану компетентності бактерій. Етапи трансформації. Генетичне картування за допомогою трансформації. Особливості трансформації плазмідною ДНК. Використання трансформації в генетичному конструюванні штамів.

Трансдукція бактерій. Відкриття трансдукції. Досліди Дж.Ледерберга та Н.Циндера. Специфічна трансдукція. Утворення трансдукуючих частинок фага лямбда. Формування геномів трансдуктантів. Неспецифічна трансдукція. Механізм формування фагових частинок, здатних до неспецифічної трансдукції. Абортівна трансдукція. Використання трансдукції для тонкого генетичного картування та конструювання штамів. Трансфекція.

Шляхи генетичної рекомбінації у еукаріот. Молекулярні механізми рекомбінації. Категорії процесів генетичної рекомбінації за молекулярними механізмами: гомологічна (загальна), сайт-специфічна (спеціалізована), незаконна.

Гомологічна рекомбінація. Модель гомологічної рекомбінації Р.Холідея. Генетичний аналіз рекомбінації. Генна конверсія. Формування і будова синаптонемального комплексу у еукаріот.

Сайт-специфічна рекомбінація. Механізми інтеграції геному фага лямбда в хромосому *E.coli* та його вирізання з хромосоми. Роль сайт-специфічної рекомбінації в регулюванні генної активності.

Універсальність процесів рекомбінації носіїв генетичної інформації на різних рівнях організації живого.

Тема 4.8. Механізми реалізації генетичної інформації

Транскрипція. Гени прокаріот та бактеріофагів. Будова моногенних та полігенних транскрипційних одиниць, промоторів, SD-послідовностей. РНК-полімерази прокаріот. Білкові фактори транскрипції у прокаріот. Транскриптон. Етапи транскрипції. Продукти транскрипції та їх процесинг.

Гени еукаріот та вірусів еукаріот. Будова транскрипційних одиниць генів класу I, класу II та класу III. Регуляторні ділянки, що контролюють транскрипцію в еукаріот (промотори, термінатори, енхансери, сайленсери, інсулятори). Будова РНК-полімераз I, II та III. Білкові фактори транскрипції в еукаріот. Процесинг первинних транскриптів. Сплайсосоми. Трансплайсинг. Альтернативний сплайсинг. Сплайсинг тРНК.

Трансляція. Аміноацилювання тРНК. Будова рибосом прокаріот та еукаріот. Функціональні активності та функціональні ділянки рибосом. Етапи трансляції. Ініціація трансляції. Білкові фактори ініціації трансляції. Елонгація. Білкові фактори елонгації та її регулювання. Термінація трансляції.

Тема 4.9. Регуляція активності генів.

Онтогенез, як реалізація спадково детермінованої програми розвитку. Стабільність геному й диференційна активність генів в процесі індивідуального розвитку.

Різноманітність молекулярних механізмів регуляції дії генів. Рівні регулювання активності генів у прокаріот. Регулювання транскрипції у прокаріот. Регулювання функціонування лактозного та триптофанового оперонів *E.coli*. Адаптивний синтез ферментів. Поняття про оперон. Типи генетичної регуляції роботи оперона. Регуляція роботи генів IS – елементами та транспозонами. Узгоджена регуляція різних оперонів. Експресія генів фага λ . Каскадне регулювання.

Регуляція активності генів у еукаріот. Особливості організації регуляторних ділянок генома у еукаріотів. Основні особливості регулювання транскрипції та посттранскрипційного процесинга в еукаріот. Транскрипційно-активний хроматин. Регуляторна роль гістонів, негістонових білків, гормонів.

Регуляція активності генів на інших рівнях (реплікація, трансляція, посттрансляційні модифікації).

Розділ 5. Генетика як теоретична основа селекції та біотехнології

Тема 5.1. Генетичні основи селекції

Генетика як теоретична основа селекції. Поняття про сорт, породу, штам. Особливості селекції мікроорганізмів. Досягнення світової селекції та успіхи вітчизняних селекціонерів у створенні нових високопродуктивних штамів мікроорганізмів, сортів рослин і порід тварин.

Тема 5.2. Генетична інженерія мікроорганізмів, рослин та тварин

Мета та методологія генетичної інженерії. Основні напрями генетичної інженерії мікроорганізмів, рослин та тварин. Значення генетичної інженерії для розв'язування задач медицини, сільського господарства та біотехнології.

4. Рекомендована тематика практичних (семінарських) занять

Мета практичних занять з генетики – сформувати у студентів вміння проводити генетичний аналіз, планувати генетичний експеримент та формувати робочу гіпотезу для пояснення отриманих результатів, встановлювати характер успадкування ознаки, кількість генів, що її детермінують, наявність взаємодії генів, локалізацію гена на хромосомі, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки в будові і функціонуванні генів і геномів та у взаємовідносинах геномів з умовами зовнішнього середовища

Практичні заняття полегшують розуміння та запам'ятовування фактичного матеріалу, дозволяють розвинути творче мислення, сформувати логіку генетичного аналізу на прикладі вирішення генетичних задач та завдань за всіма розділами дисципліни.

Кредитний модуль 1 - Загальна генетика

Розділ 1. Закономірності успадкування ознак та принципи спадковості

- Заняття 1: Генетичний аналіз закономірностей спадковості при моногібридних схрещуваннях.
- Заняття 2: Закономірності успадкування при дигібридних та полігібридних схрещуваннях.
- Заняття 3: Особливості успадкування при взаємодії генів.
- Заняття 4: Особливості вивчення успадкування ознак у людини (генеалогічний метод).
- Заняття 5: Імовірнісні процеси в генетиці. Імовірність у процесах реалізації успадкування ознаки.
- Заняття 6: Цитологічні основи спадковості. Гаметогенез та запліднення у тварин. Мікроспорогенез, макроспорогенез і гаметогенез у рослин. Подвійне запліднення у квіткових рослин.
- Заняття 7: Нерегулярні типи статевого розмноження. Особливості спадкування при нерегулярних типах статевого розмноження.
- Заняття 8: Успадкування ознак, зчеплених із статтю, залежних від статі та обмежених статтю.
- Заняття 9: Успадкування ознак, що контролюються аутосомними та зчепленими із статтю генами.
- Заняття 10: Особливості успадкування при зчепленні генів. Визначення груп зчеплення.
- Заняття 11: Локалізація генів в групі зчеплення. Принципи побудови генетичних карт хромосом.
- Заняття 12: Визначення частоти кросинговера при взаємодії генів та при знаходженні зчеплених ознак у статевих хромосомах.
- Заняття 13: Особливості успадкування при цитоплазматичній спадковості

Розділ 2. Мінливість, її причини та методи вивчення

- Заняття 14: Особливості успадкування у поліплоїдів.
- Заняття 15: Генетичний аналіз хромосомних аберацій.
- Заняття 16: Класифікація та принципи систематизації варіаційних рядів.
- Заняття 17: Статистичні характеристики варіаційних рядів. Порівняння декількох груп.

Кредитний модуль 2 - Молекулярна генетика

Розділ 3. Популяційна та еволюційна генетика

- Заняття 18: Генетична структура популяцій. Закон Харді-Вайнберга та його застосування для обчислення структури популяції.
- Заняття 19: Методи вивчення генетичної структури популяцій.

Розділ 4. Молекулярна організація генетичних процесів

Заняття 20: Молекулярні механізми генних мутацій.

Заняття 21: Природа генетичного матеріалу. Докази ролі нуклеїнових кислот у спадковості. Експерименти Ф.Гріфітса, О.Евері, А.Херші, М.Чейза, Х.Френкель-Конрата.

Заняття 22: Нуклеотидний склад та структура ДНК та РНК

Заняття 23: Денатурація і ренатурація ДНК. Метод молекулярної гібридизації

Заняття 24: Просторова організація геному прокаріотичної та еукаріотичної клітини.

Заняття 25: Будова гена. Методи картування мутацій всередині генів (тест на алелізм, аналіз внутрішньогенної рекомбінації, цис-транс тест)

Заняття 26: Принципи делеційного картування.

Заняття 27: Функція гена. Визначення наявності генетичних блоків. Встановлення послідовності речовин на шляху метаболізму

Заняття 28: Механізми основних генетичних процесів (репарація та реплікація ДНК)

Заняття 29: Механізми основних генетичних процесів (біосинтез білку, рекомбінація)

Заняття 30: Генетична рекомбінація у прокаріот. Використання кон'югації, трансформації та трансдукції для картування хромосом.

Заняття 31: Регуляція активності генів.

5. Рекомендовані індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання призначені для більш глибокого ознайомлення з окремими розділами генетичної науки, формування у студентів умінь встановлювати причинно-наслідкові зв'язки у взаємовідносинах геномів з умовами зовнішнього середовища та роботи з науковою та методичною літературою, аналізу експериментальних даних, отриманих при дослідженні закономірностей спадковості та мінливості. Як індивідуальне семестрове завдання студентам пропонується розрахункова робота: „Визначення норми реакції ознаки”, методичні вказівки до якої видано окремим накладом.

Для формування у студентів умінь проведення генетичного аналізу може бути запропоновано виконання розрахункової роботи: „Встановлення факту успадкування ознаки та загальної кількості генів, що детермінують її прояв при полігенних схрещуваннях”. При обмеженості навчального часу ця робота може виконуватись студентами для отримання заохочувальних балів.

6. Рекомендована література

Основна література

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика в 3-х томах - М.: Мир, - 1988.-.
2. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рзфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. - М.:Мир, - 1994.- 3 тома.
3. Андріанов В.Л. Біологія: Розв'язання задач з генетики. – 2-ге вид. – К.: Либідь. - 1996. – 80 с.
4. Барабанщиков Б.И., Сапаев Е.А. Сборник задач по генетике. - Изд. Казанского университета, 1988.
5. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Руководство к практическим занятиям по генетике. - М.: Просвещение, - 1979.-188с.
6. Гершензон С.М. Основы современной генетики. - Киев: Наукова думка, - 1986.-560с.
7. Гуляев Г.В. Задачник по генетике. - М.: Колос, - 1980.-80с.
8. Дубинин Н.П. Общая генетика. -М.:Наука, - 1976.-560с.
9. Льюин Б. Гены. - М.:Мир, - 1987.-543с.

10. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. – В 2х т.т. – М.: Мир, - 1998.-764с.
11. Стент Г., Кэлиндар Р. Молекулярная генетика. - М.: Мир, -1981.-644с.
12. Стрельчук С.І., Демідов С.В., Бердишев Г.Д., Голда Д.М. Генетика з основами селекції. – Київ: Фітосоціоцентр, - 2000.-292с.
13. Тоцький В.М. Генетика.- Одесса:Астропринт, - 2008.-712с.
14. Уилсон Дж.,Хант Т. Молекулярная биология клетки. Сборник задач.-М.:Мир. - 1994.-520с.
15. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. - М.: Мир, - 1978.-461с.

Додаткова література

16. Ауэрбах Ш. Проблемы мутагенеза. - М.: Мир, - 1978.-463с.
17. Бердышев Г.Д., Криворучко И.Ф. Медицинская генетика. - Киев, Вища школа, - 1990.
18. Бил Дж., Ноулз Дж. Внеядерная наследственность. - М.: Мир, - 1981. – 168 с.
19. Гайсинович А.Е. Зарождение и развитие генетики - М.:Наука, - 1988.-423с.
20. Генетика / Под ред. акад. В.И.Иванова.-М.: ИКЦ «Академкнига», - 2006.-638с.
21. Генетика: підручник / Сиволоб А.В., Рушковський С.Р., Кирп'яченко С.С. та інші; за ред. А.В.Сиволоба.- К.: Вид.-поліграф. Центр «Київський університет», 2008. – 320 с.
22. Джинкс Дж. Нехромосомная наследственность. - М.: Мир, - 1966.
23. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика.-Новосибирск:Сиб.унив.изд-во, - 2006.-479с.
24. Захаров И.А. Генетические карты высших организмов. - Л.: Наука, - 1978.
25. Захаров И.А. Курс генетики микроорганизмов. - Минск.: Вышэйшая школа, - 1978.
26. Захаров И.А., Мацелюх Б.П. Генетические карты микроорганизмов. - Киев: Наукова думка, - 1986.-249с.
27. Керридж Д., Типтон К. Биохимическая логика. - М.: Мир, - 1974.
28. Клаг У.С., Каммингс М.Р. Основы генетики.-М.:Техносфера, - 2007.-896с.
29. Кларк Д., Рассел Л. Молекулярная биология: простой занимательный подход.-М.: ЗАО «Компания КОНД», - 2004.-472с.
30. Корнберг А. Синтез ДНК. - М.: Мир, - 1977.-359с.
31. Ли Ч. Введение в популяционную генетику. - М.: Мир, - 1978.-555с.
32. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии. - М.: Изд-во МГУ, - 1978.
33. Прозоров А.А. Генетическая трансформация и трансдукция. - М.: Наука, - 1980.
34. Рокицкий П.ф. Введение в статистическую генетику. - Минск: Вышэйшая школа, - 1978.-488с.
35. Сэджер Р. Цитоплазматические гены и органеллы.—М.:Мир, -1975.
36. Тихомирова М.М. Генетический анализ. - Ленинград: Изд. ЛГУ, -1990.-280с.
37. Russel R.J. Essential Genetics. Pearson Education, - 2003.-614p.
38. Weaver R., Hedrick W. Genetics: Third edition. – Wm. C. Brown Publishers, - 1997.-638p.

7. Засоби діагностики успішності навчання

Як засоби діагностики при вивченні дисципліни пропонується за першим кредитним модулем проводити диференційований залік, а при вивчення другого кредитного модулю – екзамен.

Диференційований залік за першим кредитним модулем проводиться у письмовій формі.

Студенти, які отримали на протязі семестру 60 балів і вище, мають можливість отримати залік «автоматом» у відповідності до таблиці. Студенти, які отримали незадовільну оцінку або бажають підвищити свою оцінку, отриману за результатами роботи в семестрі, також мають можливість скласти залік.

Залікова робота складається з відповіді на теоретичні питання білету (короткі питання, на які потрібно дати однозначну відповідь) та розв'язання задач за темами: закономірності успадкування при дигібридних та полігібридних схрещуваннях, особливості успадкування при взаємодії генів, успадкування ознак, зчеплених із статтю, залежних від статі та обмежених статтю, особливості успадкування при зчепленні генів, особливості успадкування при цитоплазматичній спадковості, статистичні характеристики варіаційних рядів. Критерії оцінювання, структура та зразки залікових білетів наведені у додатках до робочої навчальної програми кредитного модулю «Загальна генетика».

Екзамен за кредитним модулем «Молекулярна генетика» проводиться у письмовій формі. Екзаменаційний білет складається з 30 теоретичних питань та 10 задач. Теоретичні питання побудовані у вигляді тестів або завдань за темами, що визначені в екзаменаційних питаннях. Тести можуть мати декілька правильних відповідей, всі правильні відповіді, жодної правильної відповіді. Завдання вимагають дати визначення певним термінам, визначити правильність чи хибність твердження, знайти правильну або неправильну відповідь, тощо.

Задачі, які є невід'ємною складовою екзаменаційного оцінювання, належать не тільки до кредитного модуля «Молекулярна генетика», але й до кредитного модуля «Загальна генетика». Основні теми екзаменаційних задач: закономірності успадкування при дигібридних та полігібридних схрещуваннях, особливості успадкування при взаємодії генів, успадкування ознак, зчеплених із статтю, залежних від статі та обмежених статтю, особливості успадкування при зчепленні генів, особливості успадкування при цитоплазматичній спадковості, статистичні характеристики варіаційних рядів, особливості успадкування у поліплоїдів, генетична структура популяцій, закон Харді-Вайнберга та його застосування для обчислення структури популяції, структура та функції гену, молекулярні механізми генних мутацій, комплементарний аналіз та делеційне картування, картування геномів за допомогою кон'югації. Критерії оцінювання, структура та зразки екзаменаційних білетів наведені у додатках до робочої навчальної програми кредитного модулю «Молекулярна генетика».

8. Методичні рекомендації

Дисципліна «Генетика» складається з 2-х кредитних модулів: «Загальна генетика» та «Молекулярна генетика» і викладається у двох навчальних семестрах.

Вивчення дисципліни передбачає, окрім лекцій, проведення практичних занять, виконання індивідуальних завдань та завдань для самостійної роботи студентів.

Практичні заняття включають вирішення задач за всіма розділами програми. Окрім вирішення практичних завдань, на практичних заняттях також проводять експрес-контролі за основними розділами теоретичного матеріалу та модульні контрольні роботи (за кожним кредитним модулем). Модульні контрольні роботи складаються з тестових завдань та задач. Приклади експрес-контролів та МКР наведено в додатках до Робочої навчальної програми.

Як індивідуальні завдання студентам пропонується виконання розрахункової роботи за кредитним модулем «Загальна генетика» на тему «Визначення норми реакції ознаки» (див. окремо видані методичні вказівки). Зразки завдань розрахункової роботи наведені в додатку до Робочої навчальної програми. При збільшенні годин на вивчення дисципліни доцільно було б введення ДКР за кредитним модулем «Молекулярна генетика».

При вивченні дисципліни необхідно використовувати відповідні методичні вказівки для практичних занять та до виконання індивідуальних завдань з даної дисципліни.

Особливості робочих навчальних програм, що складаються для різних спеціальностей та форм навчання, визначаються значенням дисципліни у підготовці фахівців даної спеціальності та часом, що відводиться в навчальних планах на її вивчення. Окремі розділи можуть бути розширені чи скорочені в залежності від потреб даної спеціалізації. Може бути також перерозподілений матеріал, що вивчається на практичних заняттях та змінена тематика індивідуальних завдань.

Лекції проводяться з використанням ілюстративного матеріалу (мультимедійні презентації). Доцільно також використовувати новітні навчальні технології, зокрема освітню програму з генетики “Roche Genetics”.

При складанні робочих навчальних програм для студентів заочної форми навчання, необхідно більшу увагу приділити самостійній роботі, розробивши відповідні методичні вказівки для СРС та склавши контрольні роботи. Оцінювання рівня знань з дисципліни для студентів денної форми навчання пропонується проводити за рейтинговою системою, умови якої наводяться в положенні про РСО з дисципліни в робочій навчальній програмі.